養液栽培技術講習會專刊　第三輯　27～32, 1990

養液栽培蔬菜之品質及其栽培技術之改善

篠原　溫* 著
林 榮 貴** 譯

日本的設施園藝始於1961年礫耕，迄今歷經廿餘年。養液栽培面積也增加到約300公頃。最近由於 NFT、岩綿栽培等低成本且較具安定性的栽培法開始推廣以來，引起過去飽受連作障害之苦的農家再度寄與期待。養液栽培本來是一種解決連作障害的栽培方式，最近才開始大力推廣，強調它可以大面積穩定省工栽培，同時亦以“清潔蔬菜”為標榜，提高其售價。此外，也有一部分所謂蔬菜工場已經開始從事營利性栽培，由此可預見不久的將來，養液栽培將會有劃時代性的發展。

在這種高度集約栽培下，產物的品質特別是成分的評價相當受議論，可惜有關這方面的資料極為缺乏。養液栽培與土耕栽培的比較試驗，由於無法使兩者在完全相同的環境下生長，難以得到預期的結果，因此很少人願意涉及此方面之研究。目前日本的蔬菜生產正面臨著生產過剩之困擾，如何生產價格高、品質優良之蔬菜，乃是最主要的課題。在超級市場上可看到標示“完熟蔬菜”、“有機農法蔬菜”、“綠色健康蔬菜”的攤位，其價格均較一般蔬菜為貴。養液栽培所生產的蔬菜，因其味道及營養與一般土耕栽培之蔬菜不同，故其價格與一般蔬菜有別。日本農林水產省亦將如何提高蔬菜工場所生產蔬菜的品質，列為生物技術育種的目標之一，由此可見蔬菜品質的改善今後將更受重視。

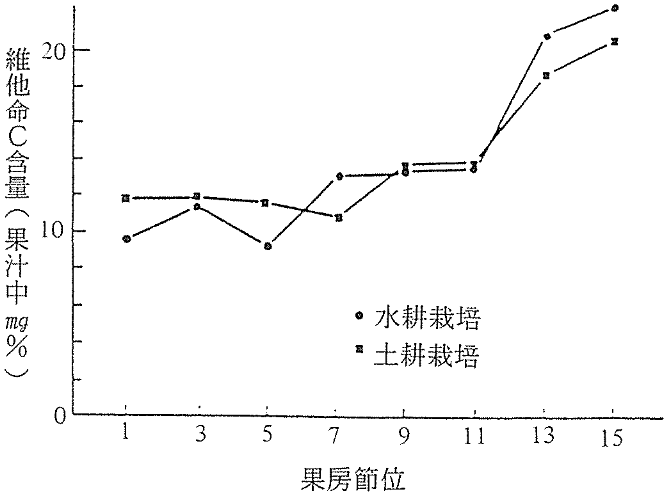
品質包括外觀、味道、香氣、質地、營養成分含量、病害及農藥殘留等項目。目前為止，研究的重點大都偏重於外觀及味道。本文係針對成分含量來評估品質，特別是以維他命 C 含量為中心，敍述目前的栽培實況及如何藉著栽培技術來提高蔬菜品質。

番　茄

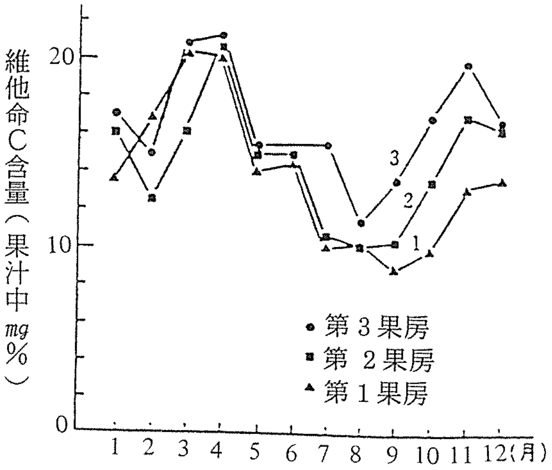
水耕番茄果實的著色、光澤和內容物的充實度，與土耕番茄截然有別，酸味較低甜度較高，品質較優良，頗能發揮水耕的特色。作者與京都府大曾做過有關土耕與水耕番茄果實品質比較之研究，得知無論果實成分的含量或果實的硬度，土耕與水耕之間並無顯著差異。以“大型瑞光”為供試品種，不同結果部位果實的維他命 C 含量的變化如圖一所示，土耕與水耕之間並無顯著差異。另以 TVR-2、FTVNR-3 為供試品種，亦得到同樣的結果。可是上述三品種的水耕番茄，結果部位愈低，果實的維他命 C 含量也愈低，此可能係由於水耕栽培的植株莖葉較土耕栽培者繁茂，果實成熟期間受到遮蔭所致。結果部位愈高，其所結果實所受光照較為充足，如第13及第15果房，其維他命 C 含量急速增加。可知番茄果實的維他命 C 含量受到果實表面光照強弱的影響甚大。另外，為了解水耕番茄果實維他命 C 含量的季節性變化，在每月20日播種，調查其第 1～3 果房的維他命 C 含量的變化，結果如圖二所示，果實肥大期日射量愈高，其維他命 C 含

---

* 日本千葉大學教授
** 農試所鳳山熱帶園藝試驗分所助研員



圖一　水耕及土耕栽培番茄果實維他命 C 含量與果房著生位置之關係



圖二　番茄果實的維他命 C 含量之季節性變化

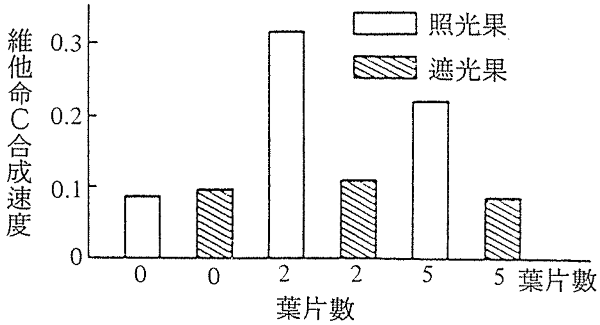
註：品種為大型瑞光，於每月20日播種一次，各播種期均採第 1～第 3 果房

量愈高。果房位置之間雖然因時期不同而有差異，但仍以日照良好的第 3 果房的維他命 C 含量較高。

作者曾以黑色遮光網遮蓋番茄果實，應用放射性同位元素 ^{14}C 一葡萄糖測定果實中維他命 C 的合成速度，結果如圖三所示，果實內維他命 C 合成的速度明顯地因果實遮光而受到抑制。本實驗為進一步了解葉片對維他命 C 合成之關係，將葉片數分為 0、2、5 枚等三種處理，不帶葉片者其果實雖然光照充足，維他命 C 合成仍然受到抑制，只要有 2 枚葉片則維他命 C 的合成即可順利進行。

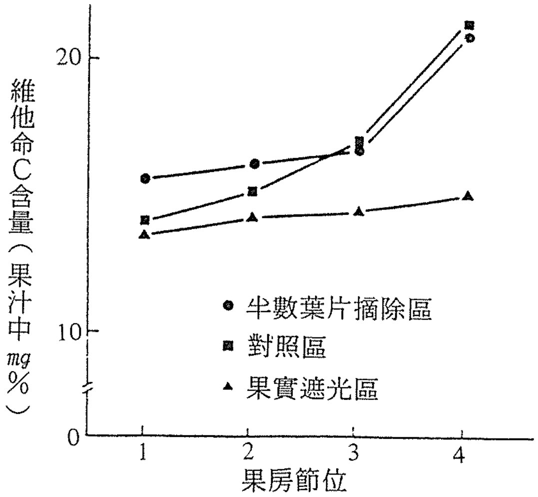
由以上的結果得知，為了使番茄果實的維他命 C 合成順利進行，果實必需有充分的光照，而葉片的存在也是必要的。作者在其他實驗亦證明：對果實內維他命 C 合成而言，並不需要很大的葉面積，只要光合作用產物能轉流入果實內，不管轉流量的多寡，維他命 C 的合成均能進

行。實際栽培時，莖葉過分繁茂的情況下，如何才能防止維他命 C 含量的降低？番茄行水耕栽培時，摘除下位葉，使其光照充足即可提高下位果房果實的維他命 C 含量，如圖四所示。因此，冬季栽培番茄應該避免密植，下位果房的果實達到綠熟期時，整理其周圍的葉片，使果房的光照充足，可得到含有相當高維他命 C 之番茄，與夏季栽培之番茄品質相類似。



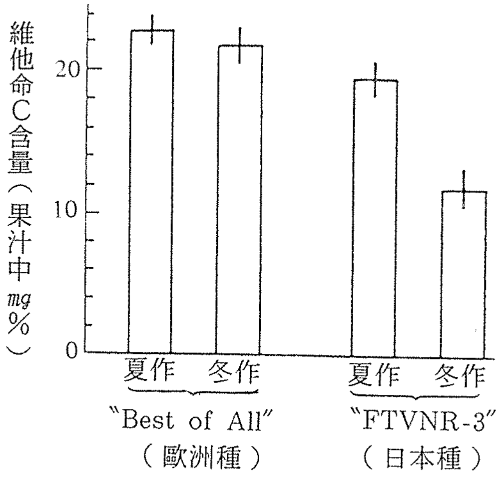
圖三　番茄果實中維他命 C 的合成速度

註：果實只採收第一果房，葉片數整理成 0, 2, 5 枚，
　　半數果實以黑色遮光網遮光



圖四　摘葉與遮光處理對番茄果實維他命 C 含量之變化

除此之外，適應弱光照品種的育成，亦為在冬季弱光照下生產高維他命 C 含量番茄的方法，圖五係北歐型品種“Best of All”與日本品種“FTVNR-3”維他命 C 含量之比較，北歐型品種即使在冬季栽培，其所含維他命 C 含量較夏季栽培毫並不遜色。不過由於歐洲品種屬於小粒紅色系統，日本的消費者過去喜愛大粒品種，推廣小粒紅色品種似乎較為困難，但是最近消費習慣逐漸改變，番茄果汁的消費日漸增多，紅色小番茄也漸受歡迎，生產紅色小粒番茄的可能性相當高。當然也希望能夠育出適合水耕栽培的品種。



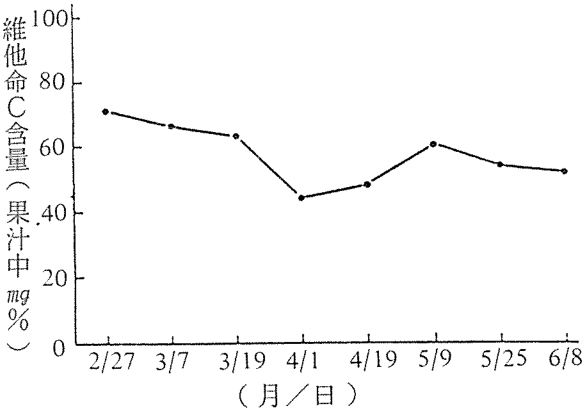
圖五 歐洲品種與日本品種番茄果實維他命 C 含量之季節變化

其他果葉類

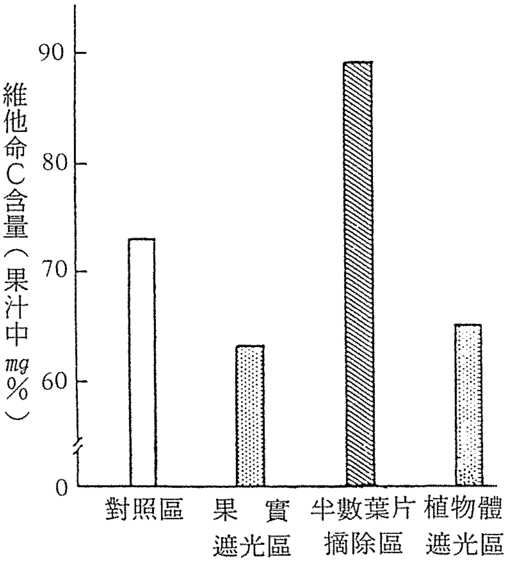
如前面所述，有關水耕蔬菜品質的研究極少，很難搜集到可供參考的文獻報告。在此僅介紹一些生產者與市場關係者對品質的不同觀點。首先以胡瓜為例，就果形而言，有的喜歡細長形，有的喜歡短大型，並沒有一定的喜好傾向，但有共識的是果皮色澤，一般均認為要有獨特的光澤，不帶蠟粉。此外，吃起來是谷清脆可口亦為品質優劣的評判項目。

其次是洋香瓜，目前水耕栽培的品種以 Earl′s 系品種為主，其果實的大小、形狀、網紋、糖度等，個體間差異頗大，品質參差不齊。因此最近大都使用果實外觀整齊、糖度穩定、具耐病性的網紋系統溫室洋香瓜品種。根據神奈川園藝試驗場的試驗結果指出：水耕用品種春作以“Andris”，夏作以“夏綠”品種的品質最佳。無論春作或夏作均以一株一果為原則，若一株留二個果實，則品質顯著變劣。

草莓的水耕栽培雖然歷史較短評價不一，現在所使用的品種有些並不適合水耕用。千葉縣所進行的草莓 NFT 栽培，係以生長勢較強的“麗紅”品種，在較高濃度培養液（EC 2.0 mS／cm）下栽培，可得良好結果。關於草莓的維他命 C 含量，曾以“Donner”品種，在12月上旬定植，在不同採收期調查其維他命 C 含量之變化，如圖六所示。剛開始採收時，維他命 C 含量最高，而後逐漸降低，4 月19日再度增高，到 5 月 9 日達到第二高點。此第二高點恰與第二果房的開始採收期一致。由此顯示，第一、第二果房均以頂端果實的維他命 C 含量較高。過去雖然有報告指出開始採收期的果實維他命 C 含量較高，但第 2 果房開始採收期的果實維他命 C 含量會再度增高之現象乃作者首次發現的。此現象可推測草莓除了受環境條件影響外，頂端果實的 sink 能量（將同化產物轉移到果實的力量）愈高，則糖與維他命 C 的含量就愈高。可是由圖七的試驗結果顯示，光照亦為影響草莓維他命 C 含量之因素。因此在立體化栽培時，雖然增加栽植株數可增加產量，但為提高品質，並非株數可無限制增加，此點必須加以衡量得失。此外，果實發育期間，儘量使果房光照充足，適度的摘除果房附近的葉片，可提高果實的維他命 C 含量。



圖六 草莓(〝Donner″品種)的採收期與果實維他命C含量之變化



圖七 光照及葉面積對草莓果實維他命C含量之影響

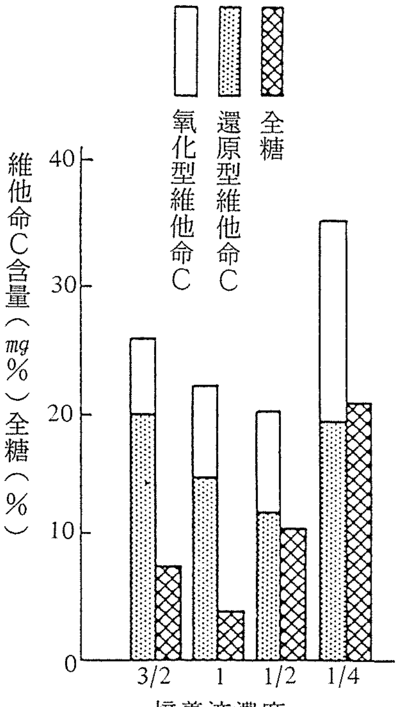
葉菜類

水耕栽培的葉菜類有鴨兒芹、葱、萵苣等，最近植物工場生產的葉萵苣、蘿蔔苗亦逐漸增加。大多的水耕葉菜都以"清潔蔬菜"的形象來販賣，以泡綿保鮮，可延長貯售壽命和品質。

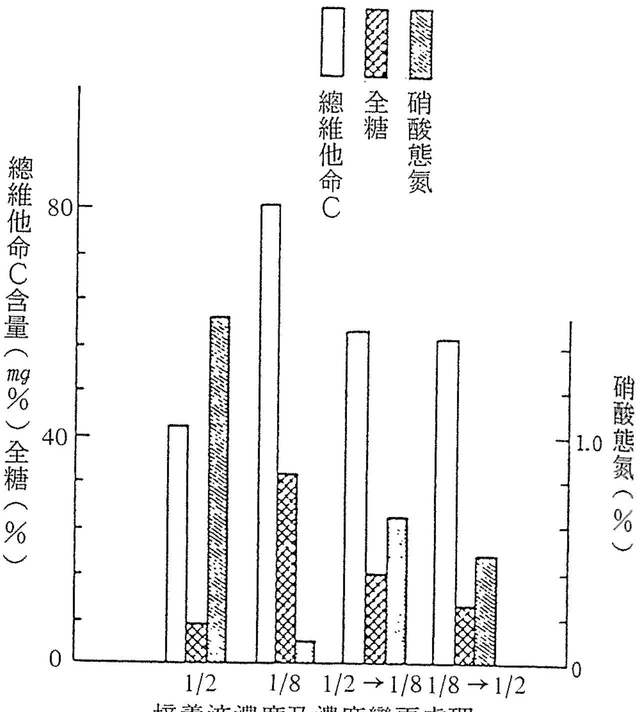
作者曾以萵苣、鴨兒芹探討栽培條件與維他命C含量之關係，其結果頗為有趣，在此略為介紹。首先，培養液濃度之影響如圖八所示，以1/4濃度的稀薄培養液栽培的萵苣，其維他命C和糖的含量顯著較高，同時對人體有害之硝酸態氮含量減少。亦即在此種低濃度培養液栽培所得的萵苣品質最佳，但因其生育卻最差而無法實用化。因此為提高萵苣的維他命C和糖含量，在生育末期將培養液改變成低濃度，經過2日後分析其成分，得圖九之結果。濃度未改變前以1/2濃度區的維他命C和糖的含量較低，硝酸態氮含量較高，若將其濃度由1/2變為1/8，經2日後，即可提高其維他命C與糖的含量，並降低硝酸態氮的含量，得到高品質的萵苣。現在葉菜類大多種植在保利龍板上，使之浮在培養液上面，因此改變養液濃度比較簡單，只要遷移保利龍板即可，將來可能實用化。作者亦以鴨兒芹進行同樣的養液濃度處理得知，至少需要1星期才能得到上述相同之效果。鴨兒芹夏季栽培時經常為了防除病害而提高培養液濃度，但從生產物的品質方面來看，提高培養液濃度會降低維他命C含量，增加硝酸態氮含量。另外，在植物工場中，以人工照明進行水耕栽培，有必要分析其維他命C、糖、硝酸態氮等含量，確實評價其成分。作者今後若有機會希望進行此方面之研究。

結　論

以上，僅從有限的資料與作者本身的實驗結果，就水耕蔬菜之品質加以敍述。作者亦認為水耕的產物與土耕產物有所不同，譬如，水耕的芹菜其香氣確實較土耕的芹菜為淡，可是有時候反而可以利用此種清淡的味道與香氣當做其特色。



圖八 培養液濃度對萵苣維他命 C 及糖含量之影響



圖九 培養液濃度變更對萵苣維他命 C 、糖及硝酸態氮含量之影響

註：成分於濃度變更後之第 2 天分析之。

土耕蔬菜與水耕蔬菜在成分分析上，缺少一目瞭然之差異。不過最重要的是如何能夠善加利用水耕的特徵，生產高品質的蔬菜。因此，育成適合水耕的品種亦甚為重要。幸好目前已有二、三家種苗公司開始從事水耕之專用品種之育種研究，相信不久的將來會陸陸續續育出水耕用品種。育種之目標仍然著重於包括成分評價的品質上。此外，適合於水耕栽培的品種育成後，利用栽培技術來改善品質的研究工作依然十分重要。

參考文獻

1. Granges, A. 1980 . Acta Hort. 98：218。
2. Shinohara, Y. 1981 . J. Jap. Soc. Hort. Sci.50：239-246。
3. Shinohara, Y. 1982 . ADS 29th Int. Hort. Cong.1580。
4. 寺西敏 1985 京都府立大學學術報告37：401-406。
5. 並木隆和 1984 水耕野菜の品質について 昭和59年度園藝學會小集會資料。
6. 板木 1984 養液栽培の實際 農業電化協會。
7. 南光美子ら 1979 園藝學研究集錄9：66-70。
8. 堀裕 1966 蔬菜花きのれき耕栽培 養賢堂。
9. 野菜の品質と流通 1985 農村文化運動 1-44。
10. 篠原 溫 1982 園學雜51：338-343。